

Practitioner's Docket No.: 008312-0304796
Client Reference No.: T4AOA-02S1557-1

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: HIDEYUKI
YAMAKAWA, et al.

Confirmation No:

Application No.:

Group No.:

Filed: July 10, 2003

Examiner:

For: RUN LENGTH LIMITED CODE GENERATION METHOD, RUN LENGTH LIMITED
CODE RECORDING/REPRODUCING APPARATUS, AND RUN LENGTH LIMITED
CODE RECORDING/REPRODUCTION METHOD

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is
claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2002-223521	07/31/2002

Date: 7/10/2003
PILLSBURY WINTHROP LLP
P.O. Box 10500
McLean, VA 22102
Telephone: (703) 905-2000
Facsimile: (703) 905-2500
Customer Number: 00909


Glenn J. Perry
Registration No. 28458

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月31日

出願番号

Application Number: 特願2002-223521

[ST.10/C]:

[JP2002-223521]

出願人

Applicant(s): 株式会社東芝

2003年 1月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3104769

【書類名】 特許願
【整理番号】 A000203182
【提出日】 平成14年 7月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G11B 7/00
【発明の名称】 ラン長制限符号生成方法、ラン長制限符号記録再生装置
、及びラン長制限符号記録再生方法
【請求項の数】 8
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横
浜事業所内
【氏名】 山川 秀之
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横
浜事業所内
【氏名】 小川 昭人
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横
浜事業所内
【氏名】 柏原 裕
【特許出願人】
【識別番号】 000003078
【氏名又は名称】 株式会社 東芝
【代理人】
【識別番号】 100058479
【弁理士】
【氏名又は名称】 鈴江 武彦
【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラン長制限符号生成方法、ラン長制限符号記録再生装置、及びラン長制限符号記録再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録するための複数種類の符号列であって、同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成することを特徴とするラン長制限符号生成方法。

【請求項2】

情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録するための複数種類の符号列であって、 $P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_L$ 且つ $P_1 < P_L$ の関係を満たすことを条件とし、発生頻度 P_1 の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列、発生頻度 P_2 の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列、及び発生頻度 P_L の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列を生成する、

ことを特徴とするラン長制限符号生成方法。

【請求項3】

ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生装置であって、

同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された複数種類の符号列を情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録する記録手段と、

を備えたことを特徴とするラン長制限符号記録再生装置。

【請求項4】

ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生装置であって、

$P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq P_L$ 且つ $P_1 < P_L$ の関係を満たすことを条件とし、発生頻度 P_1 の最小ラン長パターンを含む第1のラン長制限符号列を生成し、発生頻度 P_2

の最小ラン長パターンを含む第2のラン長制限符号列を生成し、発生頻度PLの最小ラン長パターンを含む第3のラン長制限符号列を生成する生成手段と、

情報記憶媒体の試し書き領域の連続する複数領域に対して、前記第1のラン長制限符号列、前記第2のラン長制限符号列、及び前記第3のラン長制限符号列を順に記録する記録手段と、

を備えたことを特徴とするラン長制限符号記録再生装置。

【請求項5】

前記複数領域を順に再生する再生手段と、

前記複数領域の再生結果に基づき、前記再生手段の再生能力を調整する調整手段と、

を備えたことを特徴とする請求項3又は4に記載のラン長制限符号記録再生装置。

【請求項6】

ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生方法であって、

同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成し、

前記生成された複数種類の符号列を情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録する、

ことを特徴とするラン長制限符号記録再生方法。

【請求項7】

ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生方法であって、

$P_1 \leq P_2 \leq \dots \leq PL$ 且つ $P_1 < PL$ の関係を満たすことを条件とし、発生頻度P1の最小ラン長パターンを含む第1のラン長制限符号列を生成し、発生頻度P2の最小ラン長パターンを含む第2のラン長制限符号列を生成し、発生頻度PLの最小ラン長パターンを含む第3のラン長制限符号列を生成し、

情報記憶媒体の試し書き領域の連続する複数領域に対して、前記第1のラン長制限符号列、前記第2のラン長制限符号列、及び前記第3のラン長制限符号列を

順に記録する、

ことを特徴とするラン長制限符号記録再生方法。

【請求項 8】

前記複数領域を再生し、

前記複数領域の再生結果に基づき、再生能力を調整する、

ことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のラン長制限符号記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、情報記憶媒体からデジタルデータを再生する再生回路の調整のための符号を生成するラン長制限符号生成方法に関する。また、本発明は、情報記憶媒体からデジタルデータを再生する再生回路の調整のための符号を生成し、この符号を情報記憶媒体に記録し再生するラン長制限符号記録再生装置に関する。さらに、本発明は、情報記憶媒体からデジタルデータを再生する再生回路の調整のための符号を生成し、この符号を情報記憶媒体に記録し再生するラン長制限符号記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルデータを記憶可能な記録媒体として、DVDに代表される光ディスクがあげられる。たとえば、DVDの一つであるDVD-RAMは、信号記録層を備えており、この記録層に適切なエネルギーを持つレーザー光を照射すると信号記録層の結晶状態が変化する。この結晶状態が変化する特性を利用して記録層に対してデジタルデータを記録することができる。また、記録層に適切なエネルギーのレーザー光を照射すると、記録層の結晶状態に応じた量の反射光が得られる。この反射光を検出することにより、記録層に記録されたデジタルデータを再生することができる。

【0003】

ところで、近年、記録密度を上げるためにPRML (Partial Response and Maximum Likelihood) 技術が採用されている。PRML技術については、特開平9

-17130等の文献にその技術内容が公開されているが、理解容易のために簡単に内容を説明すると以下のような技術である。

【0004】

パーシャルレスポンス (P R) は、符号間干渉（隣り合って記録されているビットに対応する再生信号同士の干渉）を積極的に利用して必要な信号帯域を圧縮しつつデータ再生を行う方法である。この時の符号間干渉の発生のさせかたによってさらに複数種類クラスに分類できるが、例えばクラス1の場合、記録データ“1”に対して再生データが“11”的2ビットデータとして再生され、後続の1ビットに対して符号間干渉を発生させる。また、ビタビ復号方式 (M L) は、いわゆる最尤系列推定方式の一種であって、再生波形のもつ符号間干渉の規則を有效地に利用し、複数時刻にわたる信号振幅の情報に基づいてデータ再生を行う。この処理のために、記録媒体から得られる再生波形に同期した同期クロックを生成し、このクロックによって再生波形自身をサンプルし振幅情報に変換する。その後適切な波形等化を行うことによってあらかじめ定めたパーシャルレスポンスの応答波形に変換し、ビタビ復号部において過去と現在のサンプルデータを用い、最も確からしいデータ系列を再生データとして出力する。以上のパーシャルレスポンス方式とビタビ復号方式（最尤復号）を組み合わせる方式をP R M L方式とよぶ。このP R M L技術を実用化するためには、再生信号が目的のP Rクラスの応答となるようにする高精度の適応等化技術およびこれを支える高精度のクロック再生技術を必要とする。

【0005】

次にP R M L技術で用いられるラン長制限符号について説明する。P R M L再生回路では、記録媒体から再生された信号自身から、これに同期したクロックを生成する。安定したクロックを生成するために、記録信号は予め定めた時間以内で極性が反転する必要がある。同時に、記録信号の最高周波数を下げるために予め定めた時間中では記録信号の極性が反転しないようにする。ここで、記録信号の極性が反転しない最大データ長を最大ラン長と呼び、極性が反転しない最小データ長を最小ラン長と呼ぶ。最大ラン長が8ビットで、最小ラン長が2ビットである変調規則を(1,7)RLLと呼び、最大ラン長が8ビットで、最小ラン長が3ビットで

ある変調規則を(2,7)RLLと呼ぶ。即ち、同一の符号が連續する最小回数が(d+1)回、且つ同一の符号が連續する最大回数が(k+1)回の条件を満たすラン長制限符号列を、(d,k)ラン長制限符号列と称する。光ディスクで用いられる代表的な変調・復調方式として(1,7)RLLやEFM Plus(US Patent 5,696,505)があげられる。

【0006】

ところで、一般に、光ディスクに対して記録を行うときは、専用の記録校正用領域にテストデータの記録および再生を行い、記録時のレーザーパワーや記録パルス形状の調整を行う。また、データの再生のみ行う場合であっても、その時の記録媒体に対応する再生回路の等化特性を決めるため、データ記録時と同様にテストデータを専用領域に一旦記録し、その信号を再生しながら適応学習することで最適の等化特性をもとめる。

【0007】

このとき用いるテストデータ(試し書き)のパターンとしては、例えば特開2002-15479号公報に記載の技術がある。このテストパターンは、2T,2T,4Tの繰り返し、すなわち […0011000011001111…] パターンの繰り返しを試し書き領域に記録し、この信号を再生することで記録パワーの調整を行うと同時にビタビ復号のための比較レベルの調整を行う。このようにすることで、記録パワーの調整とビタビ復号回路の調整を適切に行うことが可能になる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

(1,7)RLLによって変調を行う場合、その記録マーク長は、2Tから8Tの間の長さとなる。しかしながら、前述の特開2002-15479号公報に開示された試し書きパターンは、2T,2T,4Tのテストパターンを用いるため、記録マーク長の短い(高周波成分の多い)パターンの比率が高いテストパターンとなっている。記録密度の向上とともに再生信号に含まれる高周波成分は著しく減衰する。このため、波形等化器の適応学習が十分進んでいない状態では、安定した高精度の再生クロックを得ることが困難となる。結果的に、クロックが安定しないために適応学習がうまく機能しなくなるという問題が生じる。最適な波形等化条件が既知であれば問題はない。しかし、記録媒体を交換することができる光ディスクにおいては、最適

ではない等化条件から適応学習を始められなければならない。

【0009】

そこで、本発明の目的は、上記したような事情に鑑み成されたものであって、最適な等化特性を得るのに好適なラン長制限符号を生成することが可能なラン長制限符号生成方法を提供することにある。また、この発明の目的は、最適な等化特性を得るのに好適なラン長制限符号を生成し記録するラン長制限符号記録再生装置及びラン長制限符号記録再生方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し目的を達成するために、この発明のラン長制限符号生成方法、ラン長制限符号記録再生装置、及びラン長制限符号記録再生方法は、以下のように構成されている。

【0011】

(1) この発明のラン長制限符号生成方法は、情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録するための複数種類の符号列であって、同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成する。

【0012】

(2) この発明は、ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生装置であって、同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成する生成手段と、前記生成手段により生成された複数種類の符号列を情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録する記録手段と、を備えている。

【0013】

(3) この発明は、ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生方法であって、同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成し、前記生成された複数種類の符号列を情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録する。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0015】

図1は、情報記憶媒体上の試し書きデータセクタの概略構成を示す図である。この図1は、ラン長制限を変えて生成されるテストパターンを表現した図である。この試し書きデータセクタには、この発明の一実施の形態に係るラン長制限符号生成方法、ラン長制限符号記録再生装置、及びラン長制限符号記録再生方法により生成されるラン長制限符号が記録される。

【0016】

情報記憶媒体、即ち光ディスク100は、デジタルデータを記録再生可能な媒体である。光ディスク100には、同心円状またはスパイラル形状の記録トラックが備えられており、データは記録トラックに沿って記録および再生される。また記録可能領域の一部は、予め試し書き領域100aとして確保されている。記録トラック上では、セクタと呼ばれる記録データの単位で記録および再生が行われる。図1は、試し書きデータセクタ構造を示しており、各セクタは、VFO field, PS field, Test data field, PA field から構成される。試し書き領域100aは、この試し書きデータセクタが複数個記録される。また、通常のデータ記録領域では(1,7)RLL規則によって記録再生が行われるものとする。

【0017】

次に、図1の試し書きデータセクタの詳細について説明する。VFO fieldは、データ再生回路のPLL部の周波数および位相の引き込み動作を行うための領域である。この領域では、單一周波数の記録パターン、例えば'3T,3Tの連続すなわち'...000111000111...'となるデータパターンである。PS fieldは、VFO fieldの終わりを示す信号で、その後のTest data fieldには存在しないデータパターン、例えば'0111 1001 1110 0000 1110 0000 1111 0001 1000'となるデータパターンである。

【0018】

Test data fieldは、再生回路の適応学習および記録制御テーブルの調整のた

めに用いる領域である。Test data field は、複数の領域を備える。Test data field の第1の領域は、そのラン長制限が(5,7)RLLであるランダムパターンがN1ビット記録される。Test data field の第2の領域は、そのラン長制限が(4,7)RLLであるランダムパターンがN2ビット記録される。Test data field の第3の領域は、そのラン長制限が(3,7)RLLであるランダムパターンがN3ビット記録される。Test data field の第4の領域は、そのラン長制限が(2,7)RLLであるランダムパターンがN4ビット記録される。最後にTest data field の第5の領域は、そのラン長制限が(1,7)RLLであるランダムパターンがN5ビット記録される。この第五のTest data fieldは、通常データのランダムパターンと同一の変調規則となっている。PA field は、Test data field の終了を示すデータである。このPA fieldについては、直前のTest data fieldの最終データとの接続部においてもラン長制限が満たされるように適時変更を行う必要がある。この図1に示すテストパターンを光ディスク100の試し書き領域100aに記録し、試し書き領域100aからのテストパターンを再生し、再生結果に基づき再生回路の波形等化特性を調整する。

【0019】

PA field は、Test data field の終了を示すデータであり、例えば'011100 110000'となるデータパターンである。このPA fieldについては、直前のTest data fieldの最終データとの接続部においてもラン長制限が満たされるように適時変更を行う必要がある。

【0020】

図5は、図1と同様に情報記憶媒体上の試し書きデータセクタの概略構成を示す図である。この図5は、最小ラン長パターンの発生頻度を変えて生成されるテストパターンを表現した図である。この図5に示すテストパターンの詳細については後に詳しく説明する。

【0021】

図2は、この発明の一実施の形態に係る記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。図2に示すように、記録再生装置（ラン長制限符号記録再生装置）は、光学ピックアップ101、記録補償テーブル102、記録補償制御回路103、切替

スイッチ104、テストパターン発生器105、(1,7)RLL変調器106、低域通過フィルタ107、A/D変換器108、適応等化器109、ビタビ復号器110、復調器111、適応学習回路112、及びPLL回路113などを備えている。

【0022】

(1,7)RLL変調器106は、記録データを(1,7)RLLのラン長制限を満たすように変調を行う。テストパターン発生器105は、テストパターンを発生する。テストパターン発生器105は、図1または図5に示す試し書きデータセクタに記録されるテストパターンを発生させるためのフォーマットのデータをあらかじめ記憶し、テストパターンの発生時にこれらテストパターンを発生する。切替スイッチ104は、テストパターンを記録する場合は、テストパターン発生器105側と接続し、通常データの記録時には変調器106側に接続する。

【0023】

記録補償制御回路103は、テストパターン発生器105または変調器106で生成した記録データの個々のラン長に対して、記録補償テーブル102を参照しながら適切なタイミングで記録パルスを発生する。なお、テストパターンの記録時においては、記録補償テーブル102の値が調整されていないため、標準的な値で記録パルスが生成される。記録補償回路103で生成された記録パルスは、光学ピックアップ101で光信号に変換され光ディスク100に照射される。光ディスク100では、照射される光の強さに応じて記録層の結晶状態が変化する。以上がデータ記録時の一連の動作である。

【0024】

つぎにデータ再生時の動作を説明する。光学ピックアップ101が適切な強さのレーザー光を光ディスク100に照射する。これに対応して、光ディスク100に記録された記録データに応じた強さの光が反射し、光ピックアップ101がこの反射光を検出し、反射光の光量に応じた電気信号を出力する。この電気信号は、低域通過フィルタ107において、適切な帯域制限が行われる。低域通過フィルタ107の出力信号は、A/D変換器108においてデジタル信号に変換される。A/D変換器108の出力信号は、適応等化器109にて目標のPRクラスに応じた応答波形に波形等化される。このときの等化特性は、適応学習回路112によって調整される。適応等化器1

09の出力は、ビタビ復号器110によってデータの'1'または'0'の判定が行われバイナリデータとなる。得られたバイナリデータは、復調器111で(1,7)RLL変調の逆の処理(復調)が行われ、記録したデータを得ることができる。これらの動作とともに、PLL回路113では、適応型等化器109の出力にしたがい、A/D変換器108でのサンプリングのタイミングが適切になるように、サンプリングクロックの制御を行う。

【0025】

次に、適応等化器109と適応学習回路112における適応学習について図3を用いて説明する。図3は、適応等化器109および適応学習回路112の詳細を示すブロック図である。図3に示すように、適応等化器109は、遅延回路201,202、乗算回路203,204,205、及び加算回路206,207,208を備えている。適応学習回路112は、計数更新回路212,213,214、遅延回路215、波形合成回路216、加算回路217を備えている。

【0026】

遅延回路201,202は、入力信号を1クロック遅延させて出力する。乗算回路203,204,205は、二つの入力値の積を出力する。加算回路206,207,208は、二つの入力値の和を出力する。この図3では、3つの乗算器を用いる3tapのデジタルフィルタの例を示したが、この発明はこれに限定されるものではない。乗算器の数が変化しても基本的な動作は同じである。ここでは、3tapの場合のみ説明する。

【0027】

時刻kにおける適応等化器109の入力信号を $x(k)$ 、乗算器203,204,205に入力される乗数をそれぞれ c_1, c_2, c_3 とすると、適応等化器109の出力 $Y(k)$ は以下の式で表現できる。

【0028】

$$Y(k) = x(k)*c_1 + x(k-1)*c_2 + x(k-2)*c_3 \quad \dots (1)$$

$Y(k)$ に対してビタビ復号器110で得られるバイナリデータを $A(k)$ とする。目的とするPRのクラスを例えばPR(1 2 2 1)とし、 $A(k)$ が正しい再生データであるとすると、時刻kでの適応等化器109の本来の出力 $Z(k)$ は、以下の式となる。

【0029】

$$Z(k) = A(k) + 2*A(k-1) + 2*A(k-2) + A(k-3) \quad \dots (2)$$

そこで、時刻kでの等化誤差 $E(k)$ を以下の式で定義する。

【0030】

$$E(k) = Y(k) - Z(k) \quad \dots (3)$$

適応学習では以下の式に従い各乗算器の係数を更新する。

【0031】

$$c1(k+1) = c1(k) - \alpha * x(k) * E(k) \quad \dots (4)$$

$$c2(k+1) = c2(k) - \alpha * x(k-1) * E(k) \quad \dots (5)$$

$$c3(k+1) = c3(k) - \alpha * x(k-2) * E(k) \quad \dots (6)$$

(4)式の α は、更新係数であり正の小さな値(例えば 0.01)を設定する。

【0032】

波形合成回路216は、上記の式(2)に示した処理を行う。遅延回路215は、加算回路208の出力 $Y(k)$ をビタビ復号回路110での処理時間相当の遅延を行い、加算回路217において、上記の式(3)に示した処理を行う。係数更新回路212では、式(4)に示した演算を行い乗算器203の係数を更新する。更新結果は、レジスタ209に格納される。係数更新回路213では、式(5)に示した演算を行い乗算器204の係数を更新する。更新結果は、レジスタ210に格納される。係数更新回路214では、式(6)に示した演算を行い乗算器205の係数を更新する。更新結果は、レジスタ211に格納される。以上のようにして、適応等化器109の適応学習が行われる。

【0033】

以上のように、まず試し書き領域に図1又は図5に示したテストパターンが記録され、つぎにこのテストパターンが再生されつつ適応学習を行うことで波形等化回路が調整される。

【0034】

さて、この適応学習が適正に動作するためには、ビタビ復号器110の出力結果が正しい必要があり、そのためにはA/D変換器108でのサンプルタイミングが概ね正しく、かつ適応等化器109の等化特性が概ね正しい必要がある。しかしながら、適応等化器109の適応学習が十分に進んでいない場合は、ビタビ復号器110の出力にある程度の判定誤りが発生する。ビタビ復号器110での判定誤りは、マーク

長が長い(ラン長が長い)パターンの方が誤り率が低く、短いマーク長(ラン長が短い)パターンでは誤り率が高いという特徴がある。そこで、適応学習がある程度進むまでは、ラン長の長いデータパターンで適応学習を行うのが望ましい。

【0035】

次に、図1に示した本発明に係るテストパターンと図2に示したデータ再生回路の動作の関係を説明する。図1でのテストパターン中で、VFO fieldは單一周期の記録パターン(3T周期)である。この領域を再生する間に、PLL回路113の発振周波数およびサンプリング位相の引き込み動作を行う。この引き込み動作が終了した時点では、ほぼ正しい周波数とタイミングでのA/D変換が行える。ただしこのVFO期間は單一周期のデータパターンであるため、適応学習を行っても特定のパターンに特化した等化特性なってしまうため、通常は適応学習を行わない。Test data fieldの第1の領域は、そのラン長制限が(5,7)RLL規則となっているため、平均的な記録マーク長が長く、ビタビ復号器110での判定誤りが発生しにくい。よって、適応等化器109の係数はマーク長の長い(記録密度が低い)記録パターンに最適化された係数に容易に収束する。Test data fieldの第2の領域は、そのラン長制限が(4,7)RLL規則となっているため、平均的な記録マーク長が第1の領域と比べて若干短いが、適応等化器109の係数はすでに(5,7)RLLパターンに適応学習されているため、ビタビ復号器110での判定誤りが発生しにくい。よって、適応等化器109の係数は(4,7)RLLの記録パターンに最適化された係数に容易に収束する。以後同様にして、徐々に短い記録マークを含むデータパターンに対して適応学習を行うことで、適応等化器109は徐々に学習が進行する。最後に、実際のデータ記録時の変調側である(1,7)RLLのデータパターンに対して適応学習を行うことで、最終的な等化特性を得ることができる。通常のデータ再生時においては、図1に示したテストパターンに対して適応学習を行った結果を用いて波形等化を行う。

【0036】

なお、(5,7)RLL規則のパターンとすべき第1の領域中に、ラン長が5未満のパターン(例えばラン長=2)であるテストパターンが僅かに混じっても同等の効果を得ることが可能である。これは、図3に示した適応等化回路の適応等化がゆっ

くりと進行するため、適応学習に影響を与えない程度の割合のラン長違反パターンは許容されるからである。すなわち、概ね図1に示したラン長制限がされたテストパターンを用いることでほぼ同等の効果を得ることができる。

【0037】

次に、最小ラン長パターンの発生頻度を変えて生成されるテストパターンについて説明する。図4は、ランダムデータを(1,7)RLL規則によって変調を行った場合の変調データのラン長毎の発生頻度を示す図である。この図4から、実際にデータを記録する際のラン長は、最も短いラン長=2の発生頻度が最も高く、ラン長が長くなるに従い発生頻度が下がることがわかる。すでに説明したように、本発明の特徴は、適応等化の容易なラン長の長いテストパターンから徐々にラン長を下げながら適応学習を進行させることで、目的とする密度における等化特性への調整を容易に行うことである。そこで、図5に示すようなテストパターンでも同等の効果を得ることができる。

【0038】

図5において、光ディスク100が、デジタルデータを記録再生可能な媒体である。光ディスク100には、同心円状またはスパイラル形状の記録トラックが備えられており、データは記録トラックに沿って記録および再生される。また記録可能領域の一部は、予め試し書き領域100aとして確保されている。記録トラック上では、セクタと呼ばれる記録データの単位で記録および再生が行われる。第1の実施例の場合と同様に、各セクタは、VFO field, PS field, Test data field, PA field から構成される。試し書き領域100aは、この試し書きデータセクタが複数個記録される。また、通常のデータ記録領域では(1,7)RLL 規則によって記録再生が行われるものとする。

【0039】

次に、試し書きデータセクタの詳細について説明する。VFO field は、データ再生回路のPLL部の周波数および位相の引き込み動作を行うための領域である。この領域では、單一周波数の記録パターン、例えば 3T,3Tの連続すなわち'…000 111000111…'となるデータパターンである。PS field は、VFO field の終わりを示す信号で、その直後の Test data field には存在しないデータパターン、

例えば'0111 1001 1110 0000 1110 0000 1111 0001 1000'となるデータパターンである。

【0040】

Test data field は、再生回路の適応学習および記録制御テーブルの調整のために用いる領域であり、複数の領域を備える。**Test data field** の第1の領域は、ラン長=2のパターンの発生頻度がP1(2)、ラン長=3のパターンの発生頻度がP1(3)、以下同様にラン長=mのパターンの発生頻度がP1(m)であるテストパターンである。**Test data field** の第2の領域は、ラン長=2のパターンの発生頻度がP2(2)、ラン長=3のパターンの発生頻度がP2(3)、以下同様にラン長=mのパターンの発生頻度がP2(m)であるテストパターンである。以下同様に、**Test data field** は五つの領域に区別され、それぞれの領域においてラン長のパターンの発生頻度がPn(m)である。ここで、各領域における各ラン長パターンの発生頻度に以下の式(7)から(10)のうち少なくとも一つの関係式が成り立つ。

【0041】

$$P1(2) \leq P2(2) \leq P3(2) \leq P4(2) \leq P5(2) \text{かつ } P1(2) < P5(2) \dots \quad (7)$$

$$P1(3) \leq P2(3) \leq P3(3) \leq P4(3) \leq P5(3) \text{かつ } P1(3) < P5(3) \dots \quad (8)$$

$$P1(4) \leq P2(4) \leq P3(4) \leq P4(4) \leq P5(4) \text{かつ } P1(4) < P5(4) \dots \quad (9)$$

$$P1(5) \leq P2(5) \leq P3(5) \leq P4(5) \leq P5(5) \text{かつ } P1(5) < P5(5) \dots \quad (10)$$

このように、適応等化を行う最初の領域においてはラン長の短いパターンの発生頻度が低く、適応等化の進行とともにラン長の短いパターンの比率をあげる。このようなテストパターンを用いることで図1に示すテストパターンと同様の効果を得ることができる。この図5に示すテストパターンを、図1に示すテストパターンと同様に記録および再生することで、再生回路の波形等化特性の調整を容易におこなうことが可能である。

【0042】

図6は、本願のテストパターンと異なるあるテストパターンを用いて適応等化を行った場合の、適応型等化器の各係数の学習経過を示す図である。あるテストパターンとは、2T,2T,4Tの繰り返しパターンである。すなわち […0011000011001111…] パターンである。図6の横軸は経過時間を示し、縦軸は係数値を示す

。図6に示すように、時刻20付近で適応等化が開始されるが、その後正しい等化特性に収束していないことが分かる。

【0043】

図7は、本発明の一実施の形態に係るテストパターン、即ち図1に示すテストパターンを用いて適応等化を行った場合の学習経過を示す図である。図7の横軸は経過時間を示し、縦軸は係数値を示す。図7に示すように、時刻20付近で適応等化が開始されるが、その後スムーズに学習が進行して目的とする等化特性が得られていることが分かる。

【0044】

次に、図8～図10に示すフローチャートを参照して、テストパターン記録処理及び再生調整処理の概要についてまとめる。図8は、図1に示すテストパターンの記録処理を示すフローチャートである。図9は、図5に示すテストパターンの記録処理を示すフローチャートである。図10は、図8又は図9に示す記録処理により記録されたテストパターンの再生結果に基づき、再生回路を調整する調整処理を示すフローチャートである。テストパターン記録処理は、図2に示す記録再生装置により実行される。同様に、再生回路調整処理も、図2に示す記録再生装置により実行される。

【0045】

まず、図8を参照して、図1に示すテストパターンの記録処理について説明する。図8に示すように、試し書き領域100aに対して第1～第L領域が設定され(ST11)、n=1が設定され(ST12)、テストパターン発生器105により(d1,k1)ラン長制限符号列が生成され(ST13)、光学ピックアップ101により(d1,k1)ラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第1の領域に記録される(ST14)。(d1,k1)ラン長制限符号列とは、例えば、(5,7)ラン長制限符号列である。この時点では、n=1であり(つまりn≠L(ST15,N0))、nの値がインクリメントされる(ST16)。

【0046】

即ち、n=2が設定され、テストパターン発生器105により(d2,k2)ラン長制限符号列が生成され(ST13)、光学ピックアップ101により(d2,k2)ラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第2の領域に記録される(ST14)。(d2,k2)ラン長制限符

号列とは、例えば、(4,7)ラン長制限符号列である。この時点では、n=2であり（つまりn≠L(ST15,N0)）、nの値がインクリメントされる(ST16)。

【0047】

即ち、n=3が設定され、テストパターン発生器105により(d3,k3)ラン長制限符号列が生成され(ST13)、光学ピックアップ101により(d3,k3)ラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第3の領域に記録される(ST14)。(d3,k3)ラン長制限符号列とは、例えば、(3,7)ラン長制限符号列である。この時点では、n=3であり（つまりn≠L(ST15,N0)）、nの値がインクリメントされる(ST16)。

【0048】

即ち、n=4が設定され、テストパターン発生器105により(d4,k4)ラン長制限符号列が生成され(ST13)、光学ピックアップ101により(d4,k4)ラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第4の領域に記録される(ST14)。(d4,k4)ラン長制限符号列とは、例えば、(2,7)ラン長制限符号列である。この時点では、n=4であり（つまりn≠L(ST15,N0)）、nの値がインクリメントされる(ST16)。

【0049】

即ち、n=5が設定され、テストパターン発生器105により(d5,k5)ラン長制限符号列が生成され(ST13)、光学ピックアップ101により(d5,k5)ラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第5の領域に記録される(ST14)。(d5,k5)ラン長制限符号列とは、例えば、(1,7)ラン長制限符号列である。この時点では、n=5である。L=5と仮定すると、この時点でn=Lということになり(ST15,YES)、テストパターンの記録処理は終了する。

【0050】

以上のテストパターン記録処理により、図1に示すテストパターンが記録される。

【0051】

続いて、図9を参照して、図5に示すテストパターンの記録処理について説明する。図9に示すように、試し書き領域100aに対して第1～第L領域が設定され(ST21)、n=1が設定され(ST22)、テストパターン発生器105により発生頻度P1の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が生成され(ST23)、光学ピックアップ

プ101により発生頻度P1の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第1の領域に記録される(ST24)。この時点では、n=1であり(つまりn≠L(ST25,N0))、nの値がインクリメントされる(ST26)。

【0052】

即ち、n=2が設定され、テストパターン発生器105により発生頻度P2の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が生成され(ST23)、光学ピックアップ101により発生頻度P2の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第2の領域に記録される(ST24)。この時点では、n=2であり(つまりn≠L(ST25,N0))、nの値がインクリメントされる(ST26)。

【0053】

即ち、n=3が設定され、テストパターン発生器105により発生頻度P3の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が生成され(ST23)、光学ピックアップ101により発生頻度P3の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第3の領域に記録される(ST24)。この時点では、n=3であり(つまりn≠L(ST25,N0))、nの値がインクリメントされる(ST26)。

【0054】

即ち、n=4が設定され、テストパターン発生器105により発生頻度P4の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が生成され(ST23)、光学ピックアップ101により発生頻度P4の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第4の領域に記録される(ST24)。この時点では、n=4であり(つまりn≠L(ST25,N0))、nの値がインクリメントされる(ST26)。

【0055】

即ち、n=5が設定され、テストパターン発生器105により発生頻度P5の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が生成され(ST23)、光学ピックアップ101により発生頻度P5の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が試し書き領域100aの中の第5の領域に記録される(ST24)。この時点では、n=5である。L=5と仮定すると、この時点でn=Lということになり(ST25,YES)、テストパターンの記録処理は終了する。

【0056】

以上のテストパターン記録処理により、図5に示すテストパターンが記録される。

【0057】

続いて、図10を参照して、図8又は図9に示す記録処理により記録されたテストパターンの再生結果に基づき、再生回路を調整する調整処理を説明する。図10に示すように、試し書き領域100a中の第1～第L領域が設定され(ST31)、 $n=1$ が設定され(ST32)、光学ピックアップ101により第1の領域が再生される(ST33)。つまり、図8に示す記録処理により記録された(5,7)ラン長制限符号列が再生される。或いは図9に示す記録処理により記録された発生頻度P1の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が再生される。この時点では、 $n=1$ であり(つまり $n \neq L$ (ST34,N0))、 n の値がインクリメントされる(ST35)。

【0058】

即ち、 $n=2$ が設定され、光学ピックアップ101により第2の領域が再生される(ST33)。つまり、図8に示す記録処理により記録された(4,7)ラン長制限符号列が再生される。或いは図9に示す記録処理により記録された発生頻度P2の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が再生される。この時点では、 $n=2$ であり(つまり $n \neq L$ (ST34,N0))、 n の値がインクリメントされる(ST35)。

【0059】

即ち、 $n=3$ が設定され、光学ピックアップ101により第3の領域が再生される(ST33)。つまり、図8に示す記録処理により記録された(3,7)ラン長制限符号列が再生される。或いは図9に示す記録処理により記録された発生頻度P3の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が再生される。この時点では、 $n=3$ であり(つまり $n \neq L$ (ST34,N0))、 n の値がインクリメントされる(ST35)。

【0060】

即ち、 $n=4$ が設定され、光学ピックアップ101により第4の領域が再生される(ST33)。つまり、図8に示す記録処理により記録された(2,7)ラン長制限符号列が再生される。或いは図9に示す記録処理により記録された発生頻度P4の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が再生される。この時点では、 $n=4$ であり(つまり $n \neq L$ (ST34,N0))、 n の値がインクリメントされる(ST35)。

【0061】

即ち、 $n=5$ が設定され、光学ピックアップ101により第5の領域が再生される(ST33)。つまり、図8に示す記録処理により記録された(1,7)ラン長制限符号列が再生される。或いは図9に示す記録処理により記録された発生頻度P5の最小ラン長パターンを含むラン長制限符号列が再生される。この時点では、 $n=5$ である。L=5と仮定すると、この時点で $n=L$ ということになり(ST34, YES)、テストパターンの再生は終了する。

【0062】

続いて、上記再生の結果に基づき、再生能力が調整される(ST36)。即ち、適応学習回路112により適応等化器109の等化特性が調整される。

【0063】

以上説明したように、本発明による試し書き用記録パターンを、予め定めた試し書き領域に記録し、このデータを再生しながら適応等化を行うことで、高密度記録時においても記録制御データの調整と、再生回路の調整を安定して行うことが可能になる。この技術は、記録膜の相変化を利用する光ディスクだけでなく、光磁気ディスク装置や磁気ディスク装置においても同様にして活用することが可能である。また、本発明に示したテストパターンは記録波形の調整を行う際ににおいても、ラン長毎に記録領域が分かれているため容易に調整を行うことができる。

【0064】

さらに、この発明の作用効果について、以下に記述する。この発明によると、最適な等化特性が得られていない場合においても高精度のクロック再生を容易とし、このクロックを用いて適応学習を行うことによって最適な等化特性を得られる。このために、試し書きを行う領域をM個の連続する複数の領域に分割する。分割された第1の領域には(d_1, k_1)ラン長制限符号のテストパターンを記録する。分割された第2の領域には(d_2, k_2)ラン長制限符号のテストパターンを記録する。同様にL番目(最後)の領域には(d_L, k_L)ラン長制限符号のテストパターンを記録する。 d_1, d_2, \dots, d_L には、 $d_1 > d_2 > \dots > d_L$ なる関係がなりたつ。さらに、最後の領域に記録される(d_L, k_L)ラン長制限符号のテストパターンは、実

際の記録再生時に用いられるラン長制限符号規則と同じにする。

【0065】

図1又は図5に示すラン長制限符号をテストパターンとして試し書き領域に記録および再生し、この再生信号を用いてデータ再生回路の適応学習を行うことで、発散することなく適応学習を進行させることができになる。

【0066】

なお、本願発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は可能な限り適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適当な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0067】

【発明の効果】

この発明によれば、最適な等化特性を得るのに好適なラン長制限符号を生成することが可能なラン長制限符号生成方法を提供できる。また、この発明によれば、最適な等化特性を得るのに好適なラン長制限符号を生成し記録するラン長制限符号記録再生装置及びラン長制限符号記録再生方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

情報記憶媒体上の試し書きデータセクタの概略構成を示すとともに、テストパターンの第一例を示す図である。

【図2】

この発明の一実施の形態に係る記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】

適応等化器及び適応学習回路の概略構成を示す図である。

【図4】

ランダムデータを(1,7)RLL規則により変調して得られる変調データのラン長毎の発生頻度を示す図である。

【図5】

情報記憶媒体上の試し書きデータセクタの概略構成を示すとともに、テストパターンの第二例を示す図である。

【図6】

図1又は図5に示すテストパターンと異なるあるテストパターンを用いて適応等化を行った場合における、適応型等化器の各係数の学習経過を示す図である。

【図7】

図1又は図5に示すテストパターンを用いて適応等化を行った場合における、適応型等化器の各係数の学習経過を示す図である。

【図8】

図1に示すテストパターンの記録処理を示すフローチャートである。

【図9】

図5に示すテストパターンの記録処理を示すフローチャートである。

【図10】

図8又は図9に示す記録処理により記録されたテストパターンの再生結果に基づき、再生回路を調整する調整処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

100…光ディスク（情報記憶媒体）

100a…試し書き領域

101…光学ピックアップ

102…記録補償テーブル

103…記録補償制御回路

104…切替スイッチ

105…テストパターン発生器

106…(1,7)RLL変調器

107…低域通過フィルタ

108…A/D変換器

109…適応等化器

110…ビタビ復号器

111…復調器

112…適応学習回路

113…PLL回路

201,202…遅延回路

203,204,205…乗算回路

206,207,208…加算回路

212,213,214…計数更新回路

215…遅延回路

216…波形合成回路

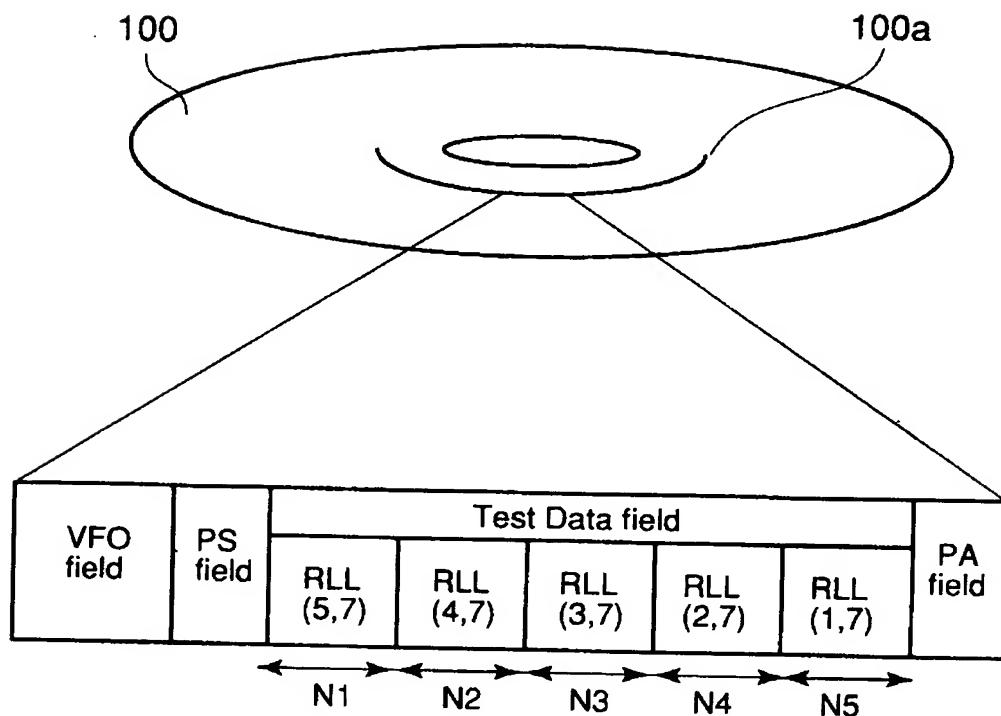
217…加算回路



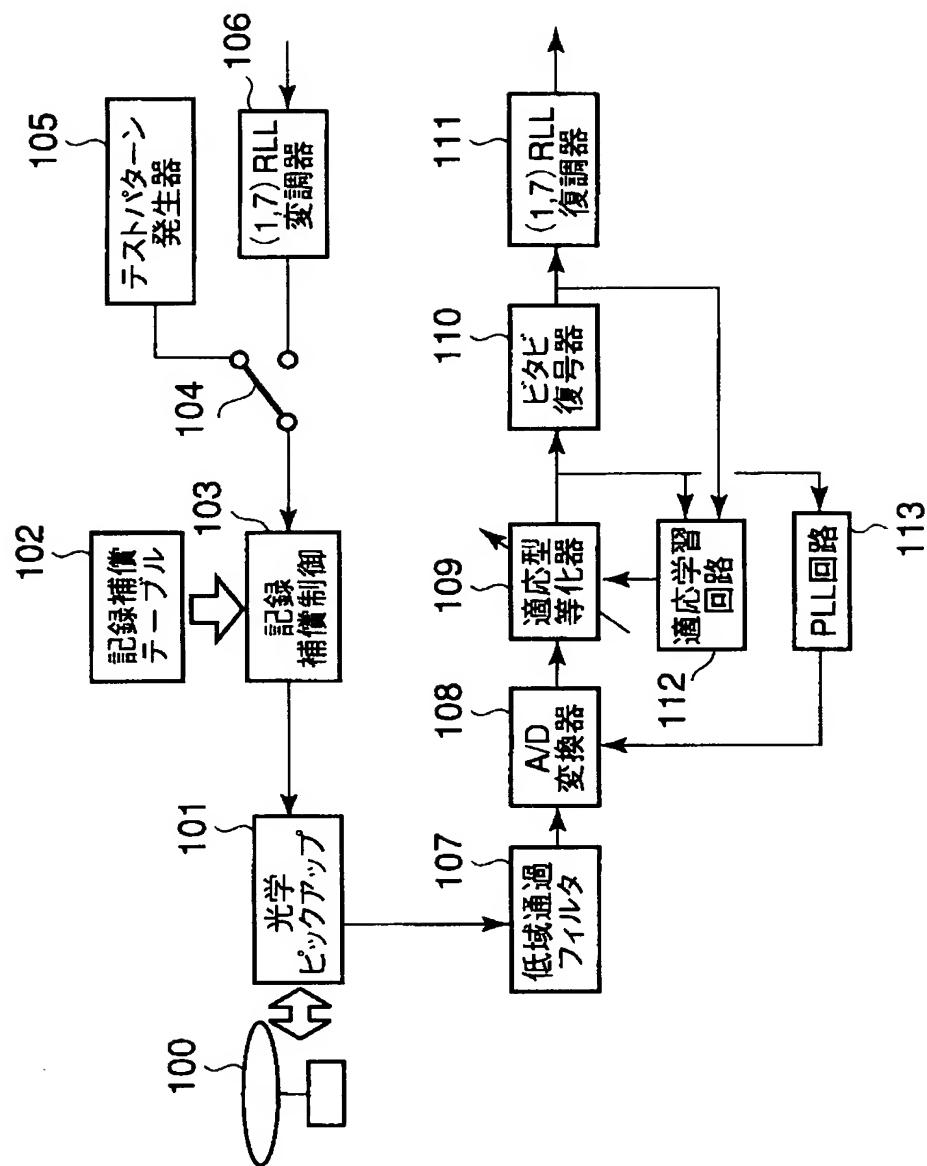
【書類名】

図面

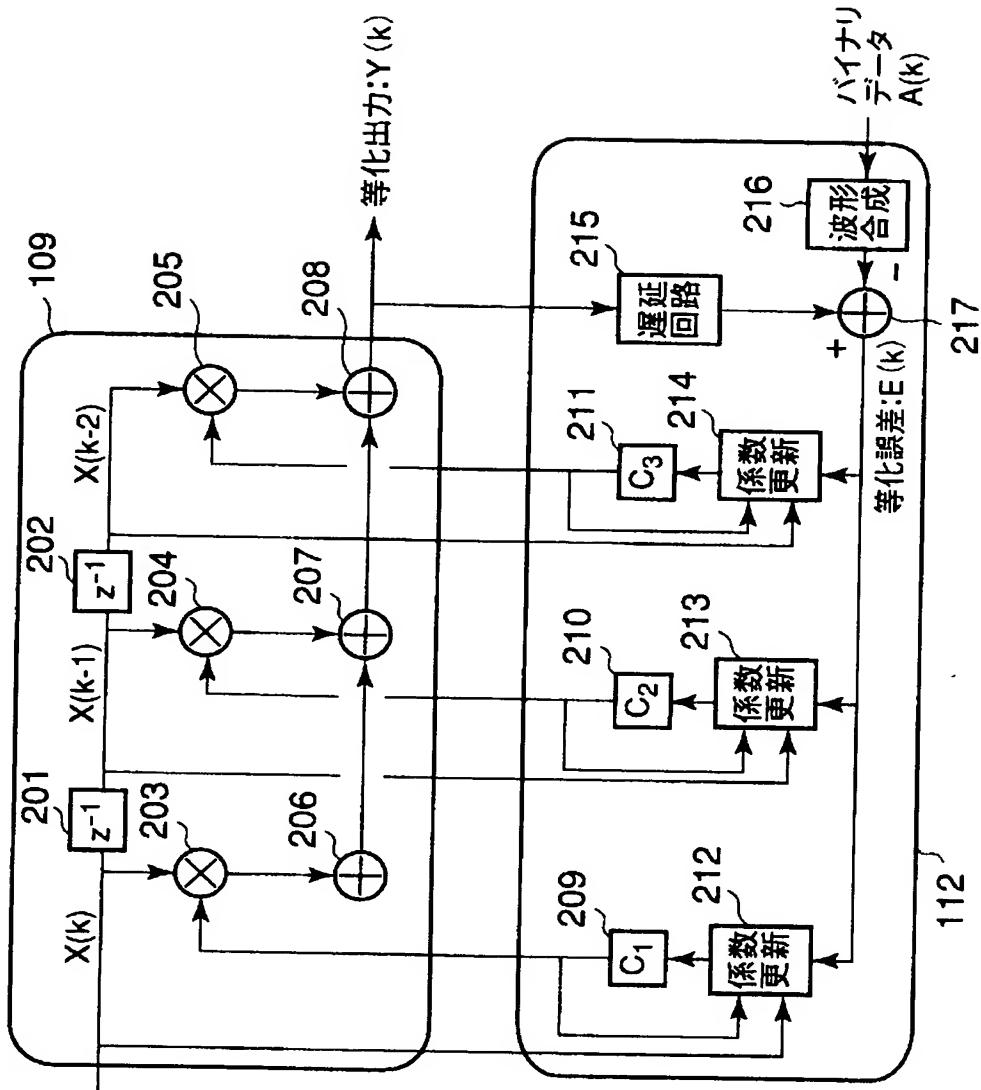
【図1】



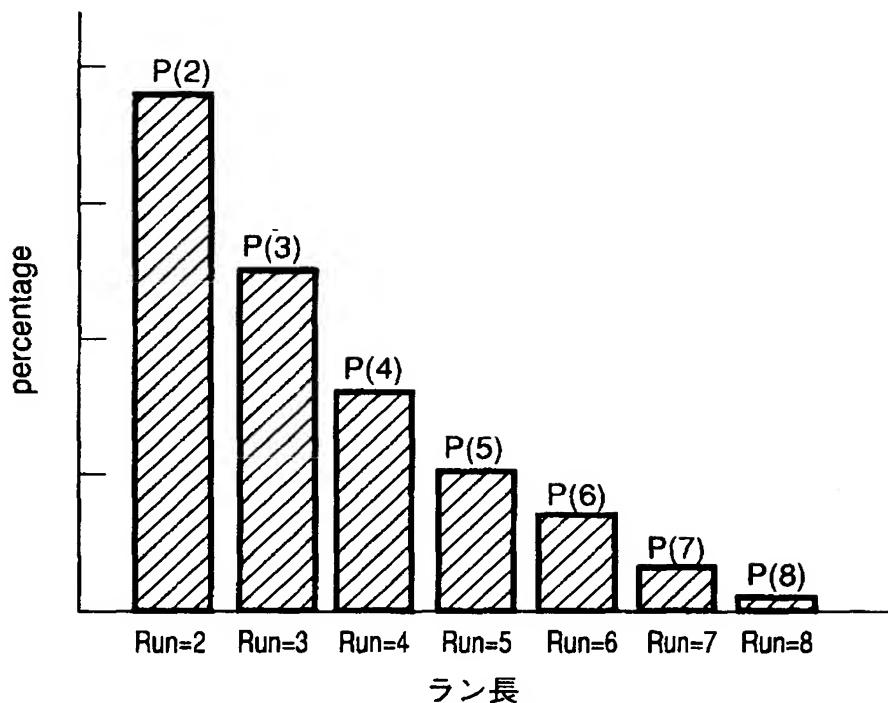
【図2】



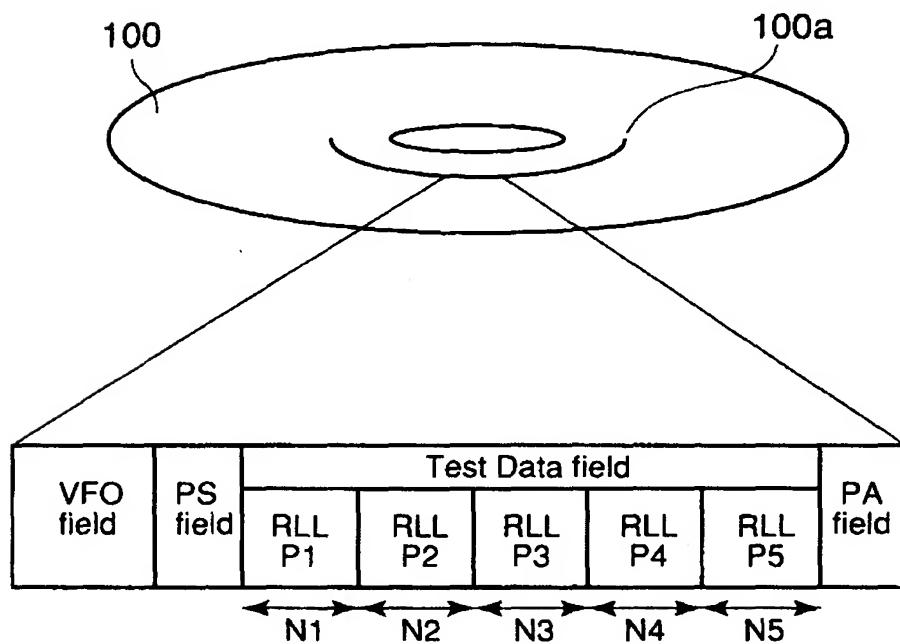
【図3】



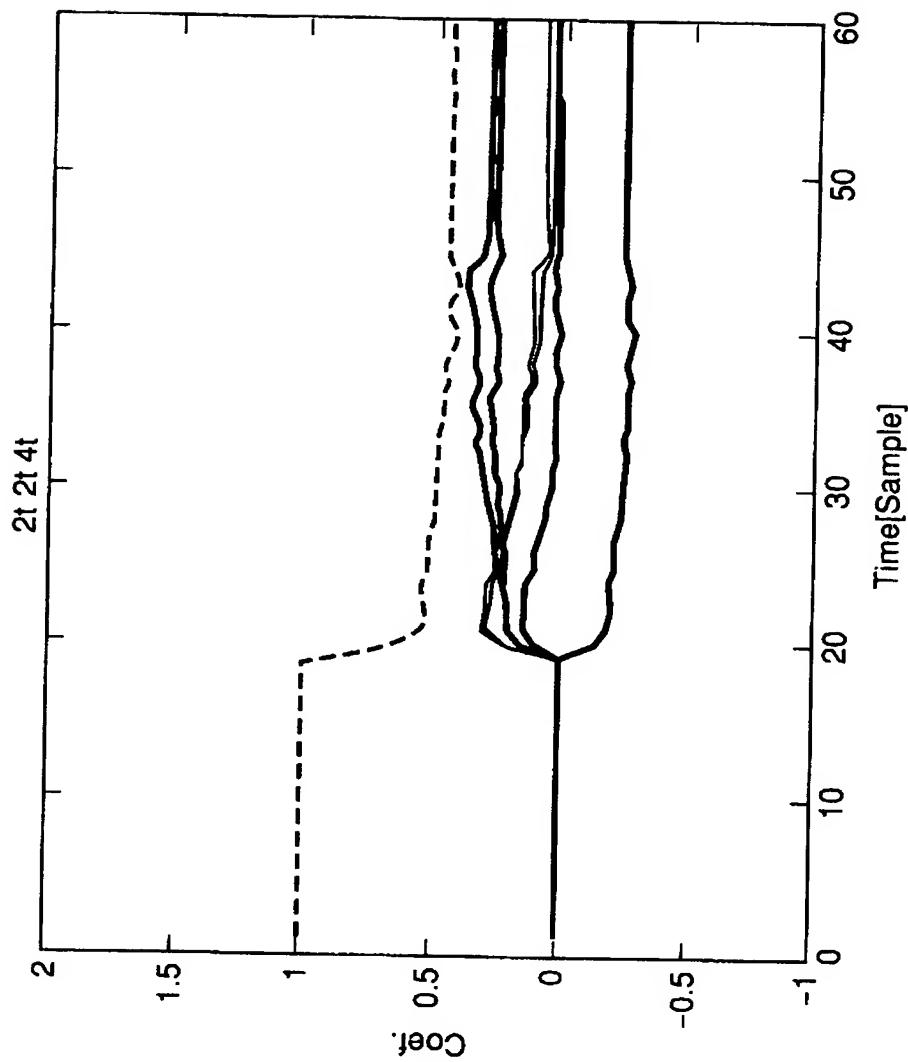
【図4】



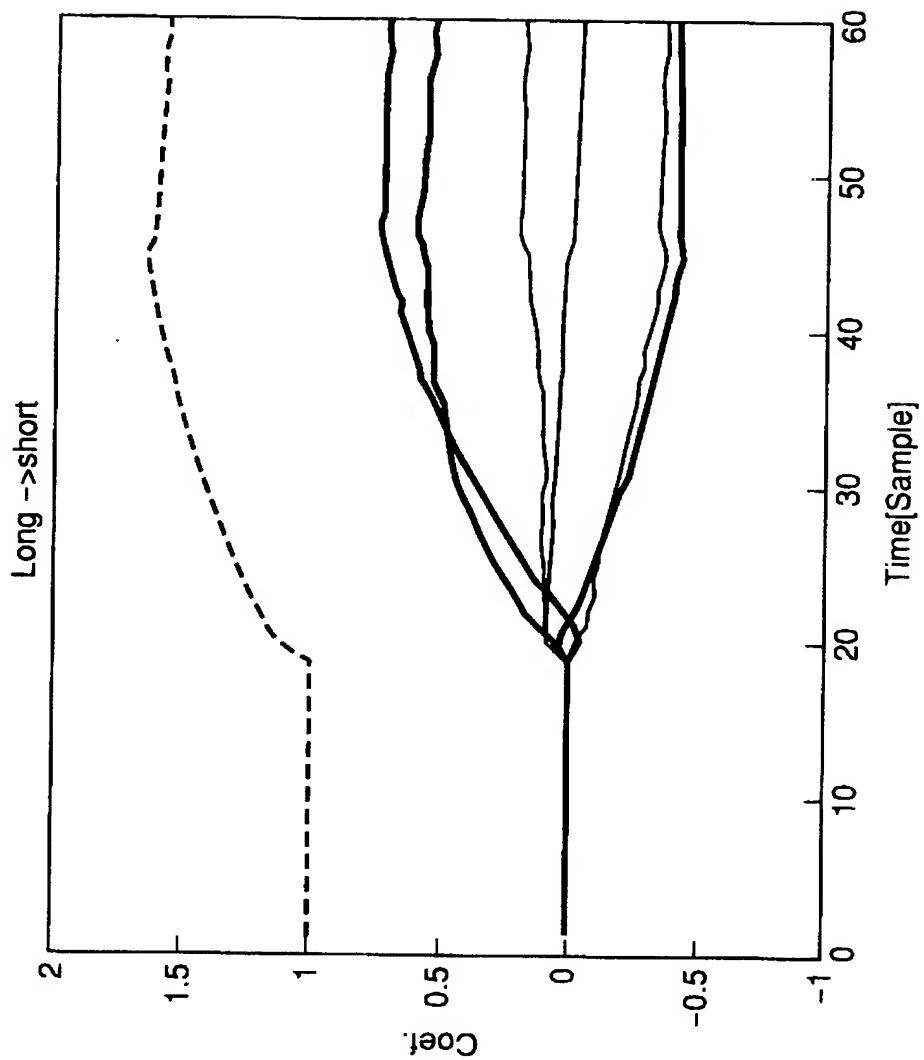
【図5】



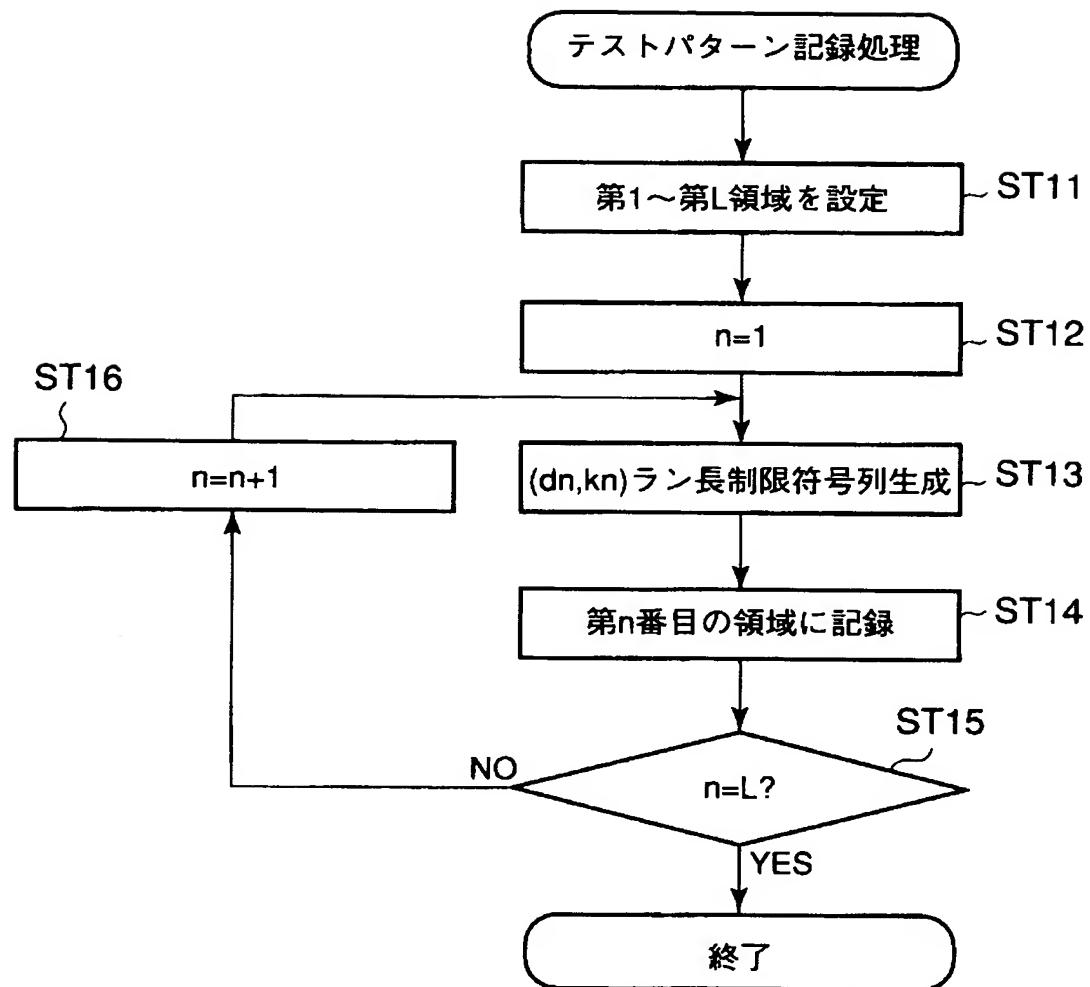
【図6】



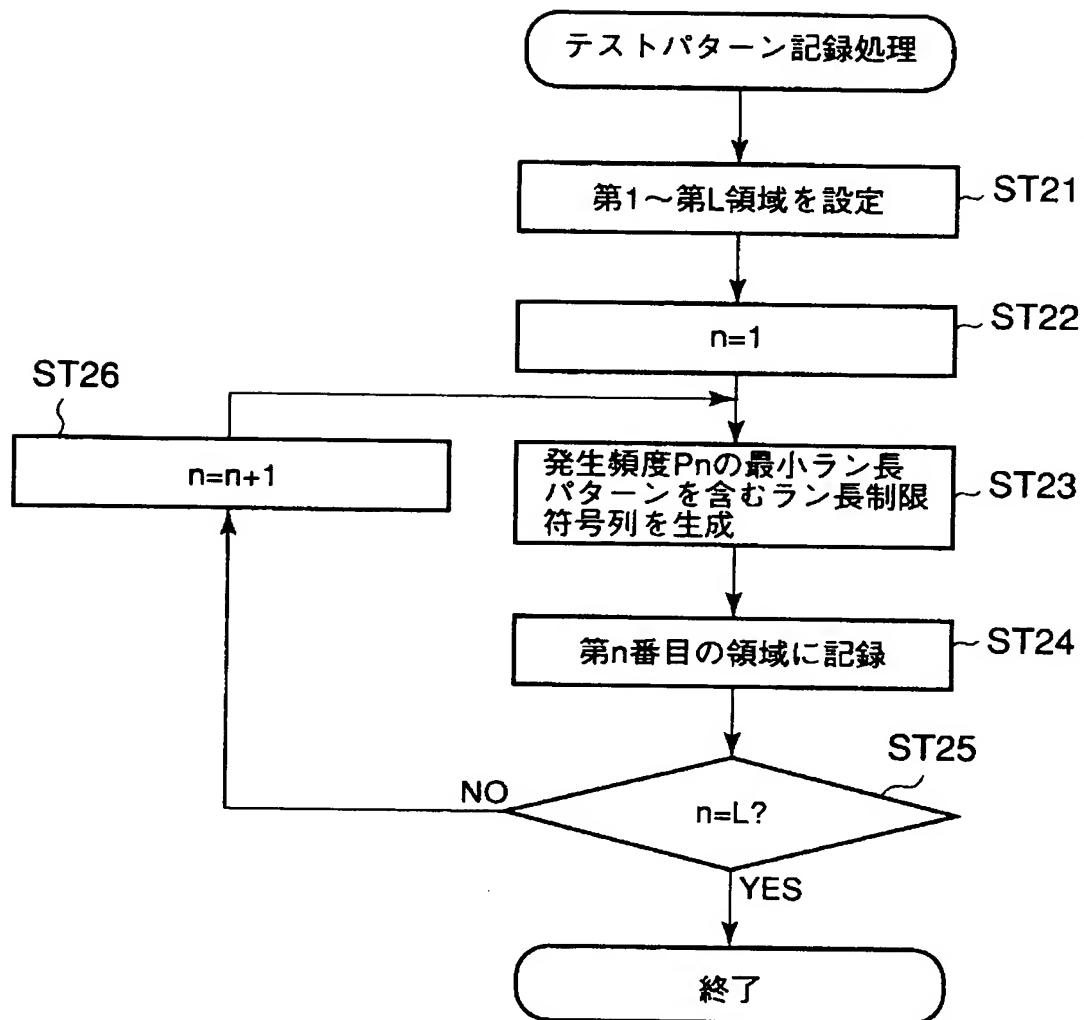
【図7】



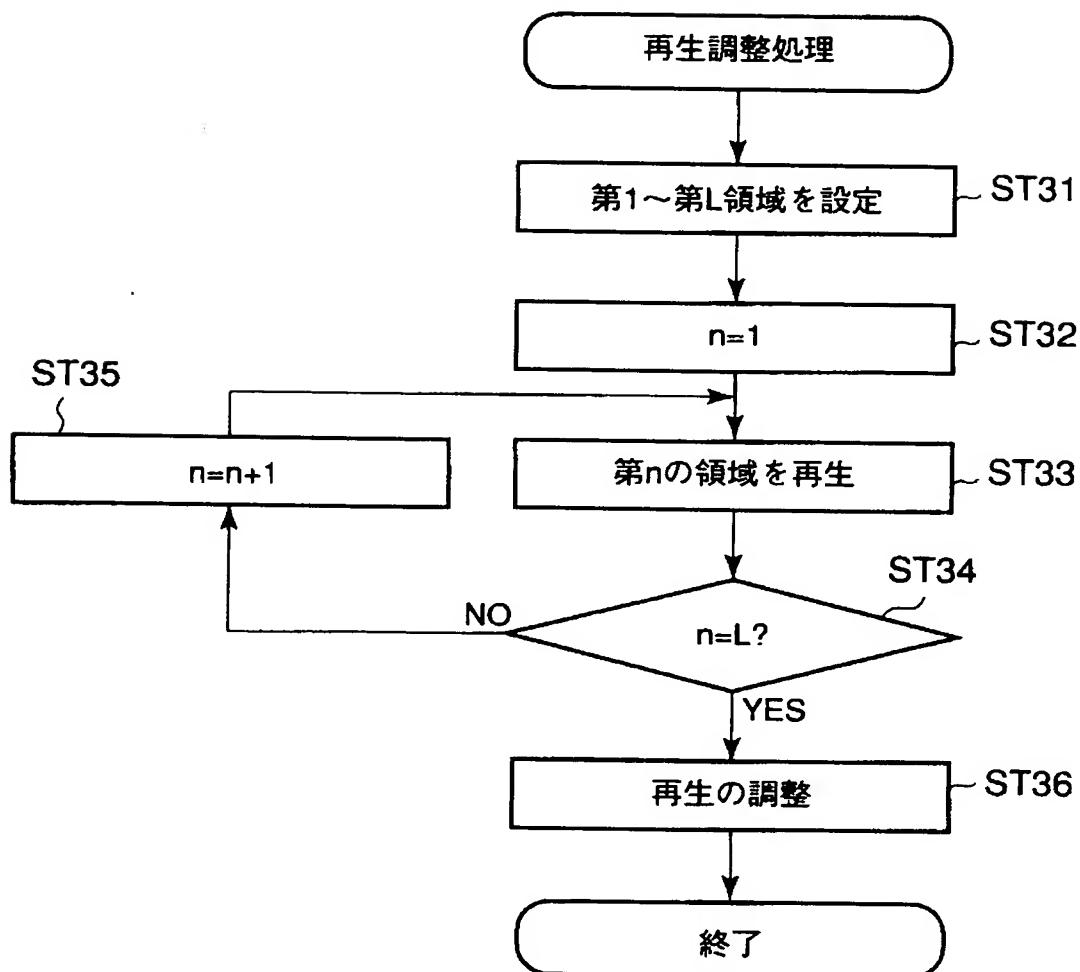
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最適な等化特性を得るのに好適なラン長制限符号を生成し記録するラン長制限符号記録再生装置を提供すること。

【解決手段】 ラン長制限符号列の生成、記録、及び再生を行なうラン長制限符号記録再生装置であって、同一符号の連続最小回数を次第に減少させる複数種類のラン長制限に基づき複数種類の符号列を生成する生成手段（105）と、前記生成手段により生成された複数種類の符号列を情報記憶媒体の試し書き領域において連続する複数領域に対して記録する記録手段（101、102、103）とを備えている。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝